



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **V r ö f f e n t l i c h u n g**  
⑩ **DE 44 96 916 T 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>: **H 03 M 13/00**

- der internationalen Anmeldung mit der
- ⑧7 Veröffentlichungsnummer: WO 95/08152  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 int.Pat.ÜG)
  - ②1 Deutsches Aktenzeichen: P 44 96 916.3.
  - ⑧6 PCT-Aktenzeichen: PCT/US94/08035
  - ⑧6 PCT-Anmeldetag: 19. 7. 94
  - ⑧7 PCT-Veröffentlichungstag: 23. 3. 95
  - ④3 Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: 31. 7. 97

00727 U.S.P.T.O.  
10/772505  
020504

**DE 44 96 916 T 1**

③0 Unionspriorität:

121809 15.09.93 US

⑦1 Anmelder:

Motorola, Inc., Schaumburg, Ill., US

⑦4 Vertreter:

Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,  
Anwaltssozietät, 80538 München

⑦2 Erfinder:

Wood, Sandra L., Kenosha, Wis., US; Kundmann,  
Thomas J., Streamwood, Ill., US; Proctor, Lee M.,  
Elgin, Ill., US; Stewart, Ken, Palatine, Ill., US

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Entdeckung fehlerhafter Informationsrahmen in einem Kommunikationssystem

**DE 44 96 916 T 1**

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ENTDECKUNG FEHLERHAFTER  
INFORMATIONSRAHMEN IN EINEM KOMMUNIKATIONSSYSTEM

5

Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich ganz allgemein auf Kommunikationssysteme und spezieller auf die Entdeckung fehlerhafter Informationsrahmen in einem solchen Kommunikationssystem.

Hintergrund der Erfindung

15 Kommunikationssysteme und insbesondere digitale, zellulare, drahtlose Fernsprechsyste verwenden Sprach- und Kanalkodierungstechniken, um die analoge Sprache in einer digitalen Weise darzustellen. Im wesentlichen wird ein Teil einer Wellenform der analogen Sprache abgetastet, digitalisiert und  
20 in Bits komprimiert, die in digitaler Weise die analoge Wellenform darstellen. Ein Block (oder ein Rahmen bei Systemen mit einem Mehrfachzugriff im Zeitmultiplex TDMA) von abgetasteten Bits wird dann zu einem Kanalkodierer geschickt, wo zusätzliche Bearbeitungen durchgeführt werden. Das sich ergebende Ausgangssignal des Kanalkodierers wird in Abhängigkeit  
25 des speziellen drahtlosen Fernsprechsyste einer weiteren Bearbeitung unterworfen und dann über den Luftweg an eine Empfangsstation übertragen.

Durch Mehrwegeeffekte, Raleigh-Schwund u.s.w. wird der  
30 Block von Bits, der die ursprüngliche analoge Wellenform der Sprache darstellt, mit großer Wahrscheinlichkeit verfälscht, wenn die Informationsverbindung an oder nahe bei ihrem vorgesehenen Signal-/Rauschverhältnis betrieben wird. Typische digitale, zellulare, drahtlose Fernsprechsyste umfassen eine  
35 zyklische Redundanzüberprüfung (CRC), wobei der Kanalkodierer im Sender eine Art von verschlechterter zyklischer Kodierung eines Teils der zu übertragenden Bit bildet (üblicherweise handelt es sich bei dem Teil der Bits, die kodiert werden, um die Sprachbits, die für die Wahrnehmung am wichtigsten sind).

Dies ergibt eine Addition einer vorbestimmten Zahl von CRC Paritybits, um ein CRC Kodewort zu bilden. Empfänger, die das übertragene Kodewort empfangen, überprüfen das Kodewort und wenn es nicht korrekt ist, so bestimmen sie, daß der ganze Block von Bits verfälscht ist. Wenn diese Bestimmung erfolgt ist, wird der ganze Block (oder Rahmen) von Bits gelöscht.

Im drahtlosen Global System for Mobile Communications (GSM) Pan-European Digital Cellular (PEDC) Fernsprechsystem ist ein 3-Bit CRC Kodewort eingebaut, das einen (53,50) verkürzten zyklischen Blockcode ergibt. Ein wichtiges Maß der Verbindungs- und Empfangsleistung im GSM ist der "Fehlerrahmenanzeiger" oder das logische BFI Flag. Das BFI Flag wird gesetzt, wenn irgend eines der Informationsbits, die die 50 Bit umfassen, auf die der Blockcode angewandt wird, fehlerhaft empfangen wird. Die GSM Empfehlung 5.05 mit dem Titel "Radio Transmission and Reception", Version 4.2.0 vom April 1992 gibt an, daß im Mittel weniger als ein unentdeckter fehlerhafter Sprachrahmen (das heißt, daß das BFI Flag nicht gesetzt ist, wenn ein Informationsbit fehlerhaft empfangen wurde) in 10 Sekunden unter bestimmten Bedingungen der Nachrichtenübermittlung gemessen wurde. Es ist wohl bekannt, daß das 3-Bit CRC Kodewort, das ursprünglich verwendet wurde, nicht ausreicht um die BFI Spezifikationen zu erfüllen, wie sie in der GSM Empfehlung 5.05 festgelegt sind, da der (53,50) Kode nicht genügend mächtig ist, um Mehr-Bit-Fehlermuster zu erkennen, die gültige Kodeworte bilden und um die CRC Syndromberechnung zu erfüllen.

Zusätzliches Kriterien können jedoch aus anderen Vorwärtsfehlerkorrekturstatistiken (FEC) abgeleitet werden, um ein zusammengesetztes BFI Flag zu bilden. Eines dieser Kriterien, zusätzlich zum CRC Kodewort, ist ein Bitkorrekturschwellwert. Dieser Lösungsweg wertet die Tatsache aus, daß die Bits, die durch den CRC geschützt sind, zusätzlich unter Verwendung eines Faltungskodes kodiert sind. Es ist möglich, die Zeichenfehlerrate eines Kanals der faltungskodierten Zeichen durch eine erneute Kodierung der Informationssequenz, die durch die Faltungsdekodierung rückgewonnen wurde, abzuschätzen. Die zunehmende Zahl von erneut kodierten Kanalzei-

chen, die sich von den empfangenen Zeichen unterscheiden, liefert eine nützliche Anzeige für die Fehlerrate der Informationsbits (BER). Es ist daher möglich, diese Zeichenfehlerzählung (SEC) mit einem Schwellwert zu vergleichen - wenn die  
5 SEC den Schwellwert übersteigt, wird das BFI Flag gesetzt.

Die Verwendung des Bit-Korrekturschwellwertes zusammen mit dem CRC Kodewort verbessert einige Aspekte der Wirksamkeit des BFI (das heißt, es findet eine Verminderung der Wahrscheinlichkeit, fehlerhafte Rahmen nicht zu erkennen,  
10 statt), aber sie kann auch die BFI Fehleralarmrate unter gewissen Umständen erhöhen. Zum Beispiel besteht beim Verändern des Fehlerüberprüfungsschwellwertes eine inverse Beziehung zwischen der BFI Fehlerrate und dem Träger-zu- Störungs-Verhältnis (C/I), die direkt die Empfindlichkeit des Empfängers  
15 beeinflusst. Mit anderen Worten, die aktuellen Fehlerüberprüfungsschwellwerte sind ungeeignet, um zugleich eine genügende BFI Erkennung und eine hinreichende Empfindlichkeit des Empfängers zu ergeben.

Daher existiert ein Bedürfnis nach einem Verfahren und  
20 einer Vorrichtung, die in einem digitalen, zellularen, drahtlosem Fernsprechsystem eine ausreichende BFI Erkennung gestatten, während eine angemessene Empfindlichkeit des Empfängers aufrecht erhalten wird.

## 25 Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 zeigt allgemein in Form eines Blockdiagramms die Sendeseite einer Basisstation und/oder einer mobilen Station, die eine Kanalkodierung in Sprachblöcken durchführt und die  
30 kodierten Blöcke in entsprechende Informationsrahmen bringt.

Fig. 2 zeigt allgemein in Form eines Blockdiagramms die Empfangsseite einer Basisstation und/oder einer mobilen Station, die vorteilhafterweise eine Erkennung von fehlerhaften Informationsrahmen gemäß der Erfindung aufweist.

35 Fig. 3 zeigt allgemein in Form eines Flußdiagramms das Kanalkodierungsschema, das von dem in Fig. 1 gezeigten Kanalkodierer verwendet wird.

Fig. 4 zeigt allgemein in Form eines Blockdiagramms den Kanaldekodiererteil zur Entdeckung fehlerhafter Informationsrahmen in Übereinstimmung mit der Erfindung.

Fig. 5 zeigt allgemein ein Zustandsdiagramm der Verwendung von mehreren Schwellwerten, um fehlerhafte Informationsrahmen gemäß der Erfindung zu entdecken.

#### Genaue Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform

10

Ein digitales, zellulares, drahtloses Fernsprechsystem verwirklicht die Entdeckung fehlerhafter Informationsrahmen unter Verwendung mehrerer Bitkorrekturschwellwerte in Übereinstimmung mit der Erfindung. Die in dem digitalen, zellularen, drahtlosen Fernsprechsystem verwendete Ausrüstung paßt sich verschiedenen Umgebungen der Nachrichtenvermittlung durch einen dynamischen Wechsel des Bitkorrekturschwellwertes an auf der Basis aufeinanderfolgender Rahmenfehler und Bits, die durch den Kanaldekodierer korrigiert werden. Durch die Verwirklichung dieses dynamischen Bitkorrekturschwellwertes, erhält man zu gleicher Zeit eine ausreichende Erkennung von fehlerhaften Rahmen (BFI) und eine ausreichende Empfängerempfindlichkeit, was für den Endbenutzer eine verbesserte Tonqualität des Empfangs ergibt.

25

Fig. 1 zeigt allgemein die Sendeseite einer Basisstation/Mobilstation, während Fig. 2 die Empfangsseite einer Basisstation/Mobilstation zeigt. Die Punkte 1-10, die in den Figuren 1 und 2 dargestellt sind, sind nachfolgend beschrieben.

30

- (1) 8-Bit/A Verlauf PCM 8000 Meßpunkte/s
- (2) 13-Bit einheitliche PCM, 8000 Meßpunkte/s
- (3) Entdeckungsflag für Stimmaktivität
- (4) kodierte Sprache, 50 Rahmen/s, 260 Bit/Rahmen
- (5) Ruhebeschreibungsrahmen (SID), 260 Bit/Rahmen
- (6) Sprach-Flag, das anzeigt ob die Informationsbits Sprache oder SID Information sind

35

- (7) Informationsbits, die vom Kanaldekodierer empfangen wurden
- (8) Informationsbits, die vom Kanaldekodierer empfangen wurden
- 5 (9) Anzeigeflag für fehlerhaften Rahmen (BFI)
- (10) Ruhebeschreibungs- (SID) Flagrahmen

Betrachtet man nun Fig. 1, so werden nur an Punkt 1 der Basisstationsseite 8-Bit/A Verlauf PCM 8000 Meßpunkte/s in 13 Bit einheitliche PCM durch Block 101 umgewandelt. Es empfängt ebenfalls nur auf der Seite der Mobilstation ein Mikrofon 102 analoge Sprache, die durch LPF 103 tiefpaßgefiltert und nachfolgend durch einen Analog/Digital (A/D) Wandler (105) in eine einheitliche 13-Bit PCM umgewandelt wird. Die Basisstation und die Mobilstation sind in Fig. 1 nur zu Erklärungszwecken dargestellt; sie sind nicht wie in Fig. 1 physisch miteinander verbunden. Im weiteren tritt die einheitliche 13-Bit PCM in einen Sprachkodierer 109 ein, der an Punkt 4 kodierte Sprache mit 50 Rahmen/s, 260 Bit/Rahmen ausgibt. Vom Sprachkodierer 109 wird auch ein Signal ausgegeben, das in den Detektor für Sprachaktivität 107 gelangt. Der Sprachaktivitätsdetektor 107 nimmt vom Sprachkodierer 109 einen Satz von Parametern und legt fest, ob ein laufender 20 ms sprachkodierter Rahmen Sprache enthält oder nicht. Das Ausgangssignal vom Sprachaktivitätsdetektor an Punkt 3 ist daher ein Sprachaktivitätsentdeckungsflag. Das Ausgangssignal des Sprachkodierers 109 ist auch ein Signal, das in den Komforttauschübertragungsfunktionsblock 111 gelangt. Block 111 gibt Komforttauschen in den Empfänger, um einen konstanten Empfangsrauschpegel zwischen getasteten ("an") und nicht getasteten ("aus") Signalpegeln aufrecht zu erhalten. Die Schritte zur Einfügung des Komforttauschens sind: Kennzeichnung des akustischen Hintergrundlärms im Sender, Kodierung und Dekodierung der Rauschparameter im Sprachkodierer und Dekodierer (Ruhebeschreibungsrahmen, SID) und Erzeugung des Komforttauschens im Empfänger.

Das Ausgangssignal von Block 111 am Punkt 5 ist ein SID Rahmen von 260 Bit/Rahmen. Jedes der Ausgangssignale an den

Punkten 3-5 gelangt in den Diskontinuitätsübertragungs-  
steuerungs- und Betriebsblock (DTX) 113. DTX ist eine Über-  
tragungsart, bei der ein Sender nur für solche Sprachrahmen  
angeschaltet wird, die Information enthalten. Dies wird zu-  
nächst aus zwei Gründen getan: (1) um die Batterielebensdauer  
einer Mobilstation zu verlängern oder die Benutzung einer  
kleineren Batterie zu gestatten und (2) um den mittleren Stö-  
rungspegel der Luftübertragungsstrecke zu vermindern, was zu  
einem besseren spektralen Wirkungsgrad führt. Führt man nun  
fort, so ist das Ausgangssignal von Block 113 an Punkt 6 ein  
Sprachflag, das anzeigt, ob die Informationsbits Sprache oder  
SID Information darstellen. Beim Ausgangssignal von Block 113  
an Punkt 7 handelt es sich auch um Informationsbits, die an  
den Kanalkodierer des Kanalkodierer/sende-Blocks 115 gelie-  
fert werden. Block 115 führt eine Kanalkodierung der an Punkt  
7 ausgegebenen Bits durch und überträgt entsprechend den ko-  
dierten Kanal zu einem Empfänger im digitalen, zellularen,  
drahtlosen Fernsprechsystm.

Wie in Fig. 2 gezeigt, wird das von der Basissta-  
tion/Mobilstation in Fig. 1 gesendete Signal durch den Em-  
pfänger 200 empfangen. Der Block 201 umfaßt einen Empfänger  
200, um das ausgesandte Signal zu empfangen und eine Kanalde-  
kodierschaltung 202, um den Kanal zu dekodieren, der durch  
den Kanal Kodierer/Übertrager 115 kodiert wurde. Beim Aus-  
gangssignal von Block 201 an Punkt 8 handelt es sich um In-  
formationsbits, die durch den Kanaldekodierer 202 dekodiert  
wurden. Ebenso wird an Punkt 9 ein Anzeigeflag (BFI) für ei-  
nen fehlerhaften Rahmen ausgegeben und an Punkt 10 ein Ruhe-  
beschreibungssflagrahmen (SID). Die Ausgangssignale von Block  
201 an den Punkten 8-10 werden in den DTX Steuer- und Bear-  
beitungsblock 203 der Empfangsseite gegeben. Block 203 führt  
ähnliche Funktionen wie Block 113 der Fig. 1 durch. Das Aus-  
gangssignal von Block 203 ist ein Signal, das in den  
Sprachrahmenersetzungsblock 205 eingegeben wird. Der Block  
205 verwendet Vorhersagetechniken für das Einschieben eines  
Rahmens, um den Verlust eines einzelnen Rahmens zu berück-  
sichtigen. Zusätzlich werden Dämpfungstechniken verwendet, um  
anzuzeigen, daß mehrere aufeinanderfolgende Rahmen verloren

wurden. Das Ausgangssignal des Blocks 205 wird in den Sprachdekodierer 207 gegeben, der als Eingangssignal an Punkt 4 auch eine dekodierte Sprache mit 50 Rahmen/s, 260 Bit/Rahmen besitzt. Ein SID Rahmen mit 260 Bit/Rahmen wird ebenso von Block 203 an Punkt 5 ausgegeben. Der SID Rahmen wird in den 5 Komforttauschempfängerfunktionsblock 209 gegeben, der ähnliche Funktionen wie der Block 111 der Fig. 1 ausführt. Das Ausgangssignal von Block 209 wird ebenso in den Sprachdekodierer 207 gegeben, der die entsprechende Sprache dekodiert und ein 10 gleichförmiges 13-Bit PCM Signal mit 8000 Meßpunkten/s ausgibt. Wenn die Empfängerseite in eine Basisstation eingebaut ist, gelangt das Ausgangssignal von Punkt 2 in den Block 211, wo das gleichförmige 13-Bit PCM Signal umgewandelt wird in ein 8-Bit Verlaufs PCM Signal mit 8000 Meßpunkten/s. Wenn die 15 Empfängerseite in einer Mobilstation eingebaut ist, wird das Ausgangssignal von Punkt 2 in einen Digital/Analog (D/A) Wandler 213 gegeben, der die digitalisierten Meßpunkte in analoge Sprache verwandelt. Die analoge Sprache wird durch LPF 215 tiefpaßgefiltert und an den Lautsprecher 217 gesandt, 20 wo sie an einen Anwender als das ursprüngliche Sprachsignal, das an Punkt 1 von Fig. 1 aufgenommen wurde, ausgesendet wird.

Fig. 3 zeigt allgemein in Form eines Flußdiagramms das Kanalkodierungsschema, das vom Kanalkodierer/Sender 115, der 25 in Fig. 1 dargestellt ist, verwendet wird. In der bevorzugten Ausführungsform ist das digitale, zellulare, drahtlose Fernsprechsysteem ein digitales, zellulares, drahtloses GSM Fernsprechsysteem. Für eine detaillierte Beschreibung der Kanalkodierung im digitalen, zellularen, drahtlosen GSM Fernsprechsysteem wird Bezug genommen auf die GSM Empfehlungen 5.03 mit dem Titel "Channel Coding" Version 3.5.1 vom Januar 1990. Es sei wieder in Erinnerung gerufen, daß Punkt 4 von Fig. 1 aus Informationsrahmen mit 260 Informationsbits besteht, die vom Sprachkodierer 109 geliefert werden, wobei hier ein Sprach- 30 block des Sprachkodierers 109 bei voller Sprachgeschwindigkeit betrachtet wird. Bevor jedoch die Informationsbits im Informationsrahmen zum Kanalkodierer/übertrager 115 gesandt werden, werden sie in Abhängigkeit von der Wichtigkeit aufge-



zeichnet. Die Bits werden in drei Klassen eingeteilt (Klasse Ia, Klasse Ib und Klasse II). In der bevorzugten Ausführungsform besteht der Informationsrahmen aus Klasse Ia, Klasse Ib und Klasse II Bits und der Rahmen wird als fehlerhaft bezeichnet (und gelöscht) in Übereinstimmung mit der Erfindung. Andere Informationsrahmen können bei anderen Systemen verwendet werden. In der bevorzugten Ausführungsform ist der Informationsrahmen ein Rahmen mit Sprachinformation, wobei jedoch nicht ausgeschlossen sein soll, daß es sich in alternativen Ausführungsformen um einen Rahmen mit Dateninformation handelt. Im folgenden wird die Unterteilung der Bits nach ihrer Wichtigkeit nicht gegründet darauf, von welchem Teil der Sprache sie abgeleitet wurden, sondern vielmehr von der Bedeutung der Variablen oder des Koeffizienten, mit denen sie vom Sprachkodierer 109 kommen.

Betrachtet man Fig. 3 so werden 50 Klasse Ia Informationsbits einer CRC Kodierung unterworfen, die 53 Bits als Ausgangssignal von Block 300 ergeben. Die 50 Klasse Ia Informationsbits 303 werden als die wichtigsten der Informationsbits betrachtet und genießen deswegen mehr Schutz als der Rest der Bits im Informationsrahmen 301. Eine detaillierte Beschreibung der CRC Kodierung ist in den GSM Empfehlungen 5.05 mit dem Titel "Radio Transmission and Reception", Version 4.2.0 vom April 1992 gegeben. Weiterhin wird das Ausgangssignal vom Block 300 zusammen mit den 132 Klasse Ib Informationsbits 306 in den Block 312 gegeben, wo die Bits aufgezeichnet werden und zusätzlich Endbits hinzugefügt werden. Das sich ergebende 189 Bit Ausgangssignal von Block 312 wird einer Faltungskodierung in Block 315 unterzogen, was ein Ausgangssignal des Blocks 315 von 378 Bit ergibt. Die verbleibenden 78 Klasse II Informationsbits 309 werden an die vom Block 315 ausgegebenen Bits angehängt, um so 456 Bit zu ergeben, die vom Block 318 ausgegeben werden. Diese 456 Bits werden einer Blockkodierung in Block 321 unterzogen, wobei das Eingangssignal von 456 Bits ein Ausgangssignal von 8 Sätzen mit jeweils 57 Bits ergibt. Die 8 Sätze mit 57 Bits treten in den Block 324 ein, wo 4 Sätze mit den letzten 4 Sätzen eines vorhergehenden Sprachblocks überlappt werden und die übrig-

bleibenden 4 Sätze auf den nächsten Sprachblock warten. Das Ausgangssignal von Block 324 wird dann einem physischen Kanal zugeordnet, um durch den Sender 115 ausgesandt zu werden.

Wie vorangehend ausgeführt, genügt das 3-Bit CRC Kodewort nicht, um die Spezifikationen zur Erkennung eines fehlerhaften Rahmens (BFI), wie sie in den GSM Empfehlungen 5.05 festgelegt sind, zu erfüllen. Das CRC ist ungenügend durch seine begrenzte Fähigkeit zur Fehlerentdeckung. Schwer verfälschte Rahmen (das heißt, wenn kein gewünschtes Signal in den Empfänger eingegeben wird) können dennoch die CRC Überprüfung passieren. Es kann ein Bitkorrekturschwellwert mit dem 3-Bit CRC Kodewort eingebaut werden, um die BFI Anforderungen des Systems zu erfüllen. Der Bitkorrekturschwellwert ist ein Schwellwert, der basiert auf der Zahl der Bits, die durch einen Fehlerkorrekturalgorithmus im Kanaldekodierer 202 korrigiert werden. In der bevorzugten Ausführungsform ist der Fehlerkorrekturalgorithmus ein Viterbi Algorithmus, der für Fachleute eine bekannte Technik darstellt. In seiner ursprünglichen Version löscht der Kanaldekodierer 202 Sprachrahmen, in denen mehr als 48 Bits durch den Viterbialgorithmus korrigiert wurden. Dies ergibt eine Fehlerrate von einem Rahmen alle 15 Sekunden. Mit anderen Worten, wenn im Empfänger kein Signal vorhanden ist, wurde ein Rahmen alle 15 Sekunden nicht gelöscht (oder ein Rahmen hat als fehlerfrei passiert); dies erfüllt gerade die Spezifikation einer falschen Entdeckung alle 10 Sekunden (im Mittel). Sogar bei nur eine falschen Entdeckung alle 15 Sekunden ergibt sich eine wahrnehmbare Verschlechterung der Tonqualität beim Endnutzer.

Zusätzlich gibt es, wie vorstehend schon beschrieben, andere Probleme mit der CRC Kodewort/Einfachbitschwellwert Korrektur. Der Bitkorrekturschwellwert kann erhöht werden, um das Interferenzverhalten zwischen den Kanälen zu verbessern aber um den Preis der BFI Rate. Das kommt daher, weil die Zeichenfehlerberechnung genauso vom Muster der Informationsbits (und folglich der kanalkodierten Zeichen) abhängt wie von der Zahl der kanalkodierten Zeichen, die fehlerhaft empfangen wurden. Da das Informationsmuster im wesentlichen zufällig ist, kann die SEC als eine Zufallsvariable angesehen

werden. Da die SEC auf Bits der Klassen Ia und Ib angewandt wird, so können Fehler bei Bits der Ib Klasse die SEC erhöhen und ein Löschen anzeigen, obwohl die Bits der Ia Klasse in Wirklichkeit korrekt sind. So kann der SEC Schwellwertüberprüfung eine Falschalarmrate zugewiesen werden (BFI zeigt an, wenn keine Fehler in der Klasse Ia vorhanden sind) und eine Auslassungsalarmrate (BFI zeigt nicht an, wenn Fehler vorhanden sind). Eine Erhöhung des Schwellwerts vermindert die Zahl der Falschalarme und zeigt dadurch eine verbesserte Empfangsempfindlichkeit an. Die Zahl von Auslassungsalarmen steigt jedoch an und erhöht die Zahl der nicht entdeckten BFIs.

Fig. 4 zeigt allgemein in Form eines Blockdiagramms den Kanaldekodierer 202 zur Entdeckung fehlerhafter Informationsrahmen in Übereinstimmung mit der Erfindung. Das Verfahren und die Vorrichtung gemäß der Erfindung bestehen in einem Wechsel des Bitkorrekturschwellwertes basierend auf einer aufeinanderfolgenden Zahl von fehlerfreien Rahmen und/oder einer aufeinanderfolgenden Zahl von fehlerhaften Rahmen, empfangen in der Festlegung durch den Kanaldekodierer 201.

Theoretisch ist die Zahl der Bitkorrekturzustände und die Zahl der aufeinanderfolgenden Rahmen, die für den Übergang von einem Zustand zum anderen notwendig sind, unbegrenzt. In Wirklichkeit ergibt ein System mit 2 Zuständen eine angemessene Wirksamkeit mit einem Minimum an Komplexität.

Wenn der Empfänger 200 das ausgesandte Signal empfängt, so demoduliert der Empfänger das Signal, beseitigt die Überlappung, entschlüsselt es und liefert 456 Bits an den Kanaldekodierer 202 für die Zwecke der Kanaldekodierung. Betrachtet man die Fig. 4 so bestehen die 456 Bits aus 378 faltungskodierten Bits 414 und 78 Bits 416 der Klasse II. In einer idealen Übermittlungsumgebung sind die 456 Bits, die dem Kanaldekodierer 202 präsentiert werden, das Ausgangssignal des Blocks 318 der Fig. 3; in ungünstigen Übermittlungsumgebungen wie bei zellularen, drahtlosen Fernsprechsyste men, bleibt eine Zahl von Bits unverändert aber einige Bits können falsch empfangen werden. Im weiteren werden die Bits 414 durch den Viterby Dekodierer 400 dekodiert, um zurückgewonnene Informationsbits 403 zu erzeugen, die die ursprünglichen Bits der

Klasse Ia und Ib darstellen. Die 50 Bits der Klasse Ia und ihr 3-Bit CRC Kodewort werden dem CRC Dekodierer 402 zugeführt. Der CRC Dekodierer 402 dekodiert das 3-Bit CRC Kodewort auf eine Art, die fast identisch ist mit der CRC Kodierstruktur, die in Block 300 der Fig. 3 durchgeführt wird, wie  
5 das der Fachmann erkennt. Ein Wert "1", der vom CRC Dekodierer 402 ausgegeben wird, läßt auf einen Kodefehler schließen und es wird das BFI Flag gesetzt. Der Kanaldekodierer 202 berechnet genauso das Ausgangssignal des CRC Dekodierers 402,  
10 wie er auch das Ausgangssignal des Viterbi Dekodierers 400 erneut im Faltungskodierer 404 kodiert für einen Vergleich mit den empfangenen faltungskodierten Bits 414. Die Zahl der kodierten Zeichenfehler wird durch den Akkumulator 408 für jeden Informationsrahmen aufsummiert, um die Zeichenfehler-  
15 rate zu bilden (SER). Die SER wird dann im Vergleicher 410 mit einem Bitkorrekturschwellwert (SER Schwellwert) verglichen, der durch eine Statusvorrichtung 412 erzeugt wird, die den zeitlichen Verlauf des BFI überwacht hat. In der bevorzugten Ausführungsform ist die Statusvorrichtung 412 ein  
20 56001 Digital Signal Prozessor (DSP) von Motorola. Wenn die SER den aktuellen Schwellwert überschreitet, wird das BFI Flag wieder gesetzt. Die dekodierten Informationsbits, die den Viterbi Dekodierer 400 verlassen und die unkodierten Bits 416 der Klasse II werden dann, ebenso wie das BFI Flag (über  
25 Block 205) zum Sprachdekodierer 207 in Form eines 260 Bit Informationsrahmens geführt. Der Sprachkodierer 207 wird in Abhängigkeit vom Zustand des BFI Flags entweder den Informationsrahmen löschen oder ihn passieren lassen.

Wie vorstehend ausgeführt, erzeugt ein ansteigender Bitkorrekturschwellwert ein angemessenes Interferenzverhalten  
30 zwischen den Kanälen aber er erzeugt keine angemessene BFI Rate. Daher werden gemäß der Erfindung im Dekodierer 202 Mehrfachbitkorrekturschwellwerte verwendet. Betrachtet man Fig. 5, so beträgt in der bevorzugten Ausführungsform im Zustand 500 ein erster Bitkorrekturschwellwert 58 Bits, die  
35 durch den Viterbi Algorithmus im Kanaldekodierer 202 dekodiert werden. Der Zustand 500 ist ein großzügigerer Zustand als der Zustand 503, dadurch daß ein Bitkorrekturschwellwert

von 58 mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit dazu neigt, einen Rahmen zu löschen, da es dem Kanaldekodierer 202 gestattet ist, eine größere Zahl von Bits zu korrigieren, bevor er ein BFI liefert. Wenn jedoch zwei (2) aufeinanderfolgende

5 Löschungen von fehlerhaften Rahmen auftreten, wird ein zweiter Bitkorrekturschwellwert im Zustand 503 verwendet. In der bevorzugten Ausführungsform beträgt die Zahl der aufeinanderfolgenden Löschungen von fehlerhaften Rahmen, die einen Zustandswechsel vom Zustand 500 zum Zustand 503 auslöst, sechs.

10 Ebenfalls in der bevorzugten Ausführungsform beträgt der zweite Bitkorrekturschwellwert im Zustand 503 45 Bits, die im Kanaldekodierer 202 durch den Viterbi Algorithmus korrigiert werden. Befindet man sich im Zustand 503 braucht es mindestens zwei (2) aufeinanderfolgende nicht gelöschte Rahmen

15 (das heißt, fehlerfreie Rahmen), um den Schwellwert auf den ersten Bitkorrekturschwellwert zurückzuführen. In der bevorzugten Ausführungsform beträgt die Zahl der aufeinanderfolgenden nicht gelöschten Rahmen (das heißt, fehlerfreien Rahmen), die benötigt werden, um einen Übergang vom Zustand 503

20 in den Zustand 500 auszulösen, zwei.

Die Entdeckung von fehlerhaften Rahmen gemäß der Erfindung basiert auf der Annahme, daß wenn ein Signal vorhanden ist, die Wahrscheinlichkeit für das Löschen von sechs aufeinanderfolgenden Rahmen sehr klein ist, was einen Bitkorrekturschwellwert von 58 ergibt. Weiterhin wird angenommen, daß

25 wenn kein Signal vorhanden ist, die Wahrscheinlichkeit von zwei aufeinanderfolgenden nicht gelöschten Rahmen (das heißt, fehlerfreien Rahmen), während man sich im Zustand der 45 Bit Korrektur befindet, genügend groß ist, um in diesem Zustand

30 zu bleiben. Der Bitkorrekturzustand beeinflusst tatsächlich die Wahrscheinlichkeit, die Übertragungskriterien zu erfüllen. Dies ist im Zustandsdiagramm der Fig. 4 gezeigt.

Eine Entdeckung von fehlerhaften Sprachrahmen gemäß der Erfindung ermöglicht es dem Kanaldekodierer 202 auf wirksame

35 Art zu unterscheiden, ob ein Signal vorhanden ist oder nicht. Zu keiner Zeit ist dieses Merkmal wichtiger als während der Diskontinuitätsübertragung (DTX). Wie vorstehend ausgeführt, handelt es sich bei DTX um eine Betriebszustand, bei dem die

Sender nur für Rahmen, die Information enthalten, auf "ein" (ein Signal ist vorhanden) geschaltet werden. Wenn ein Sprachrahmen keine Information enthält, werden die Sender auf "aus" (kein Signal ist vorhanden) geschaltet. DTX ergibt bei  
5 einer Mobilstation eine verlängerte Batterielebensdauer und einen besseren spektralen Wirkungsgrad durch eine Verminderung des mittleren Interferenzpegels der Luftübertragungsstrecke.

Wenn man das Zustandsdiagramm der Fig. 5 auf ein typisches DTX Szenario anwendet, dann würde der Kanaldekodierer  
10 202 im Zustand 500 starten, wo ein erster Bitkorrekturschwellwert 58 beträgt. Wenn der Sender 115 "aus" ist, so ist kein Signal vorhanden und der Kanaldekodierer 202 stellt fest, wenn sechs aufeinanderfolgende fehlerhafte Sprachrahmen  
15 gelöscht wurden. An diesem Punkt versagt typischerweise der Einfachbitkorrekturschwellwert während der DTX Betriebsart. Wie vorstehend ausgeführt, ist es mit einem Bitkorrekturschwellwert von 58, Zustand 500, weniger wahrscheinlich einen Rahmen zu löschen oder mit anderen Worten, es ist wahrscheinlich, daß ein Sprachrahmen als fehlerfrei bezeichnet wird.  
20 Wenn jedoch keine Sprache vorhanden ist und der Viterbi Dekodierer 400 im Kanaldekodierer 202 entdeckt (fälschlicherweise), daß ein fehlerfreier Sprachrahmen empfangen wurde, kann dieser Rahmen (obgleich nur 20 ms lang)  
25 für die nächsten 300 ms zu einer schlechten Tonqualität führen. Dies resultiert in einem fälschlicherweise fehlerfreien Sprachrahmen, der im Dämpfungsalgorithmus im Sprachkodierer verwendet wird. Jedoch wird beim Einbau der vorliegenden Erfindung, wenn sechs aufeinanderfolgende Rahmen gelöscht werden (eine gute Anzeige dafür, daß kein Signal vorhanden ist),  
30 der Bitkorrekturschwellwert gewechselt auf den Wert 45, bei dem der Viterbi Algorithmus mit größerer Wahrscheinlichkeit den Rahmen löscht. Dadurch neigt, wenn kein Signal vorhanden ist, der Algorithmus nun mehr dazu, den fehlerhaften Sprachrahmen im Zustand 503 zu löschen als das der Fall ist im Zustand 500.  
35

Wenn der Sender 115 auf "ein" geschaltet ist, ist ein Signal vorhanden. Wenn man sich nun im Zustand 503 befindet

und ein Signal vorhanden ist, so neigt der Viterbi Algorithmus mehr dazu, einen fehlerfreien Rahmen zu löschen. Daher wird der Bitkorrekturschwellwert, wenn zwei aufeinanderfolgende Rahmen nicht gelöscht wurden (fehlerfrei waren) von 45  
5 auf 58 umgeschaltet, was dazu führt, daß der Viterbi Dekodierer 400 weniger dazu neigt, einen fehlerfreien Rahmen (wenn ein Signal vorhanden ist, wird angenommen, daß die Rahmen fehlerfrei sind) zu löschen. Während der DTX Betriebsweise wiederholen sich die in Fig. 4 gezeigten Zustandswechsel ab-  
10 hängig von der Betriebsart des Senders 115. Auf diese Art wird die Tonqualität eines Endbenutzers während der DTX Betriebsweise durch eine deutlich niedrigere BFI Rate spürbar verbessert.

Während die Erfindung mit Bezugnahme auf eine spezielle  
15 Ausführungsform im einzelnen gezeigt und beschrieben wurde, ist es für den Fachmann offensichtlich, daß vielfache Änderungen der Form und der Einzelheiten möglich sind, ohne vom Wesen und Umfang der Erfindung abzuweichen.

18

DE 44 96 916 T1

15

P 44 96 916.3 - 31.

## Zusammenfassung

Ein Kommunikationssystem verwirklicht die Entdeckung von fehlerhaften Informationsrahmen durch Verwendung von Mehr-  
5 fachbitkorrekturschwellwerten. Eine Vorrichtung zur Verwendung in diesem Kommunikationssystem paßt sich verschiedenen Signalumgebungen an durch eine dynamische Änderung des Bitkorrekturschwellwertes basierend auf der Geschichte der Zahl der aufeinanderfolgenden fehlerhaften Informationsrahmen, die  
10 vorangehen gelöscht wurden und der Zahl der von einem Kanaldekodierer (202) korrigierten Bits. Durch Verwirklichung des dynamischen Bitkorrekturschwellwertes kann eine ausreichende Entdeckung der Anzeige fehlerhafter Rahmen (BFI) und zugleich eine ausreichende Empfindlichkeit des Empfängers erreicht  
15 werden, was eine verbesserte Empfangstonqualität für den Endnutzer ergibt.



## Patentansprüche

1. Verfahren zur Entdeckung fehlerhafter Informationsrahmen in einem Kommunikationssystem, wobei das Verfahren folgende

5 Schritte umfaßt:

Verwendung eines ersten Bitkorrekturschwellwertes, um zu bestimmen, ob ein fehlerhafter Informationsrahmen gelöscht wird; und

10 Verwendung eines zweiten Bitkorrekturschwellwertes, der basiert auf der Zahl der Löschungen von fehlerhaften Informationsrahmen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die erste Bitkorrektur wieder benutzt wird, wenn eine Anzahl aufeinanderfolgender Informationsrahmen nicht gelöscht wurde.

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Informationsrahmen entweder Rahmen mit Sprachinformation oder Rahmen mit Dateninformation sind.

20

4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Schritt der Verwendung eines zweiten Bitkorrekturschwellwertes basierend auf einer Zahl von Löschungen von fehlerhaften Informationsrahmen weiterhin den Schritt der Verwendung eines zweiten Bitkorrekturschwellwertes umfaßt, basierend auf einer Zahl von aufeinanderfolgenden Löschungen von fehlerhaften Informationsrahmen.

5. Vorrichtung in einem Kommunikationssystem, wobei die Vorrichtung folgendes umfaßt:

30 eine Antenne zum Empfang eines ausgesandten Signals, das eine aufmodulierte Information aufweist;

einen Empfänger, der mit der Antenne verbunden ist, zur Demodulierung des empfangenen Signals, um die Information zu erzeugen; und

35 einen Kanaldekodierer, der mit dem Empfänger verbunden ist, zur Dekodierung eines Teils der Information, um einen Informationsrahmen zu erzeugen und zur Implementierung von

Mehrfachbitkorrekturschwellwerten, die basieren auf der Geschichte der Löschungen von fehlerhaften Informationsrahmen, um zu bestimmen, ob der Informationsrahmen zu löschen ist.

5 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, bei der die Vorrichtung ferner eine Basisstation oder eine mobile Station in einem drahtlosen Fernsprechsystem umfaßt.

10 7. Vorrichtung nach Anspruch 5, bei der der Kanaldekodierer zur Implementierung von Mehrfachbitkorrekturschwellwerten basierend auf der Geschichte von Löschungen von fehlerhaften Informationsrahmen weiterhin einen Kanaldekodierer umfaßt, zur Implementierung von Mehrfachbitkorrekturschwellwerten, basierend auf einer Zahl von aufeinanderfolgenden Löschungen  
15 von fehlerhaften Informationsrahmen.

8. Vorrichtung nach Anspruch 5, bei der die Vorrichtung weiterhin einen Sprachdekodierer umfaßt zur Löschung der Informationsrahmen basierend auf dem Status eines Anzeigesignals für fehlerhafte Rahmen, das vom Kanaldekodierer geliefert wird.  
20

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, bei der der Kanaldekodierer zur Implementierung von Mehrfachbitkorrekturschwellwerten  
25 weiterhin folgendes umfaßt:

eine Statusvorrichtung zur Festsetzung des Bitkorrekturschwellwertes basierend auf der überwachten Geschichte der Löschungen von fehlerhaften Informationsrahmen; und

30 einem Vergleicher zum Vergleich des Bitkorrekturschwellwertes, der von der Statusvorrichtung ausgegeben wird, mit einem Schätzwert der Zeichenfehlerrate für die empfangene Information und zur Ausgabe eines Statuswertes des Anzeigesignals für einen fehlerhaften Rahmen basierend auf diesem Vergleich.

35

10. Kanaldekodierer zur Dekodierung der von einem Empfänger empfangenen Information, wobei der Kanaldekodierer folgendes umfaßt:

eine Vorrichtung zur Dekodierung eines Teils der empfangenen Information, um einen Informationsrahmen zu erzeugen;

eine Vorrichtung zur Verwendung eines ersten oder zweiten Bitkorrekturschwellwertes, basierend auf der Geschichte

5 der Löschungen von fehlerhaften Informationsrahmen; und

eine Vorrichtung, die mit der obigen Verwendungsvorrichtung verbunden ist, zur Anweisung eines Sprachdekodierers zum Löschen des Informationsrahmens basierend auf einem Vergleich einer Schätzung der Zeichenfehlerrate für die empfangene In-

10 formation mit einem der ersten oder zweiten Bitkorrekturschwellwerte.

- Leerseite -

23

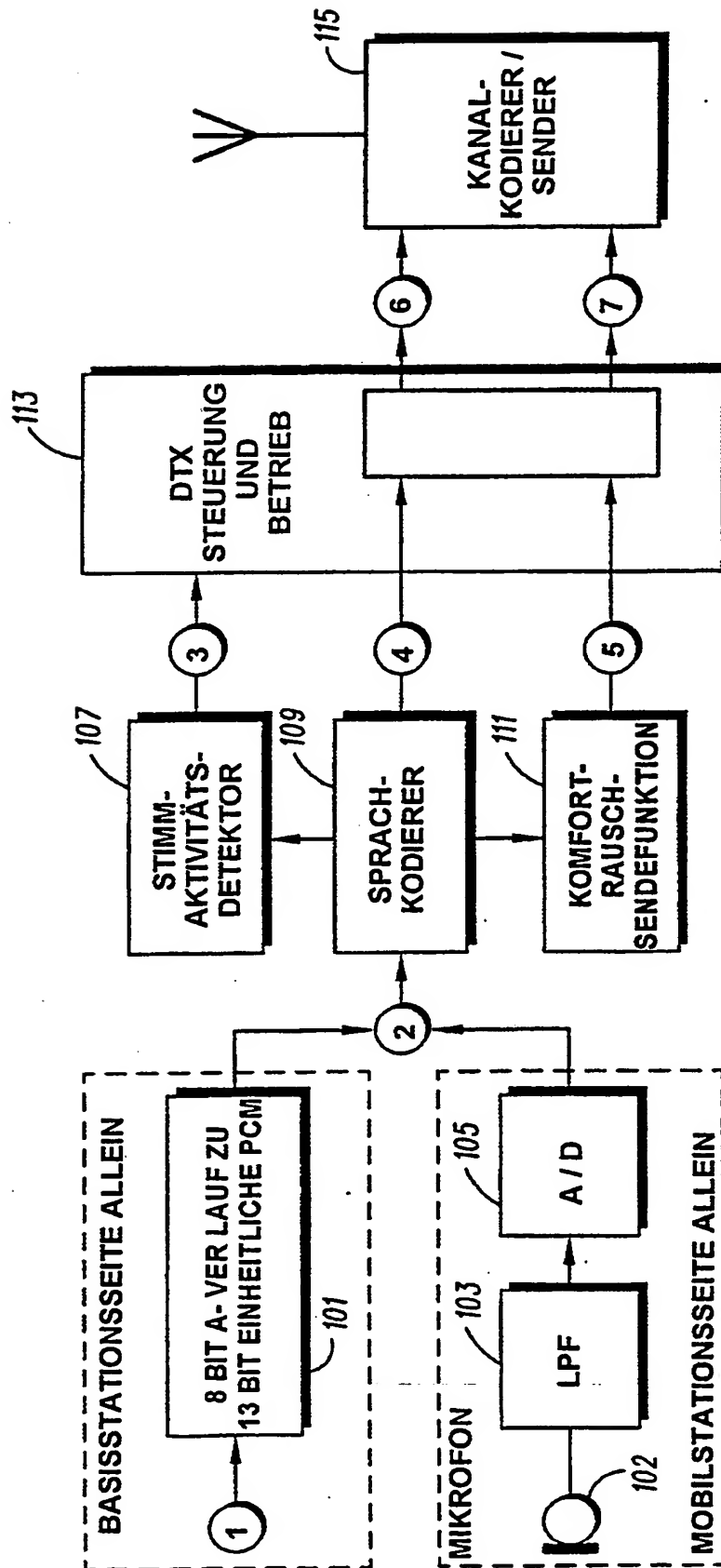


FIG. 1

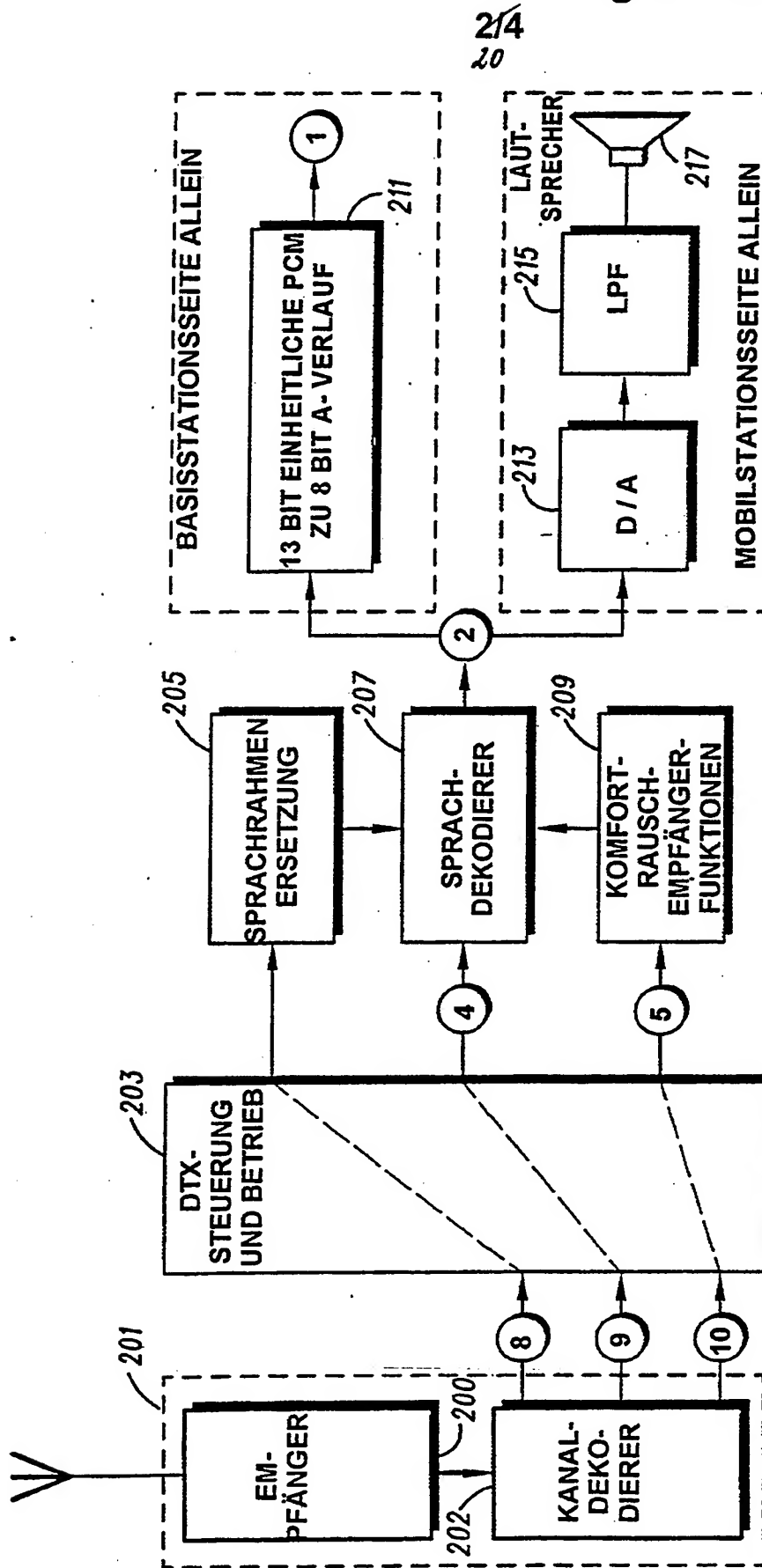


FIG. 2

314  
21

DE 44 98 915 T1

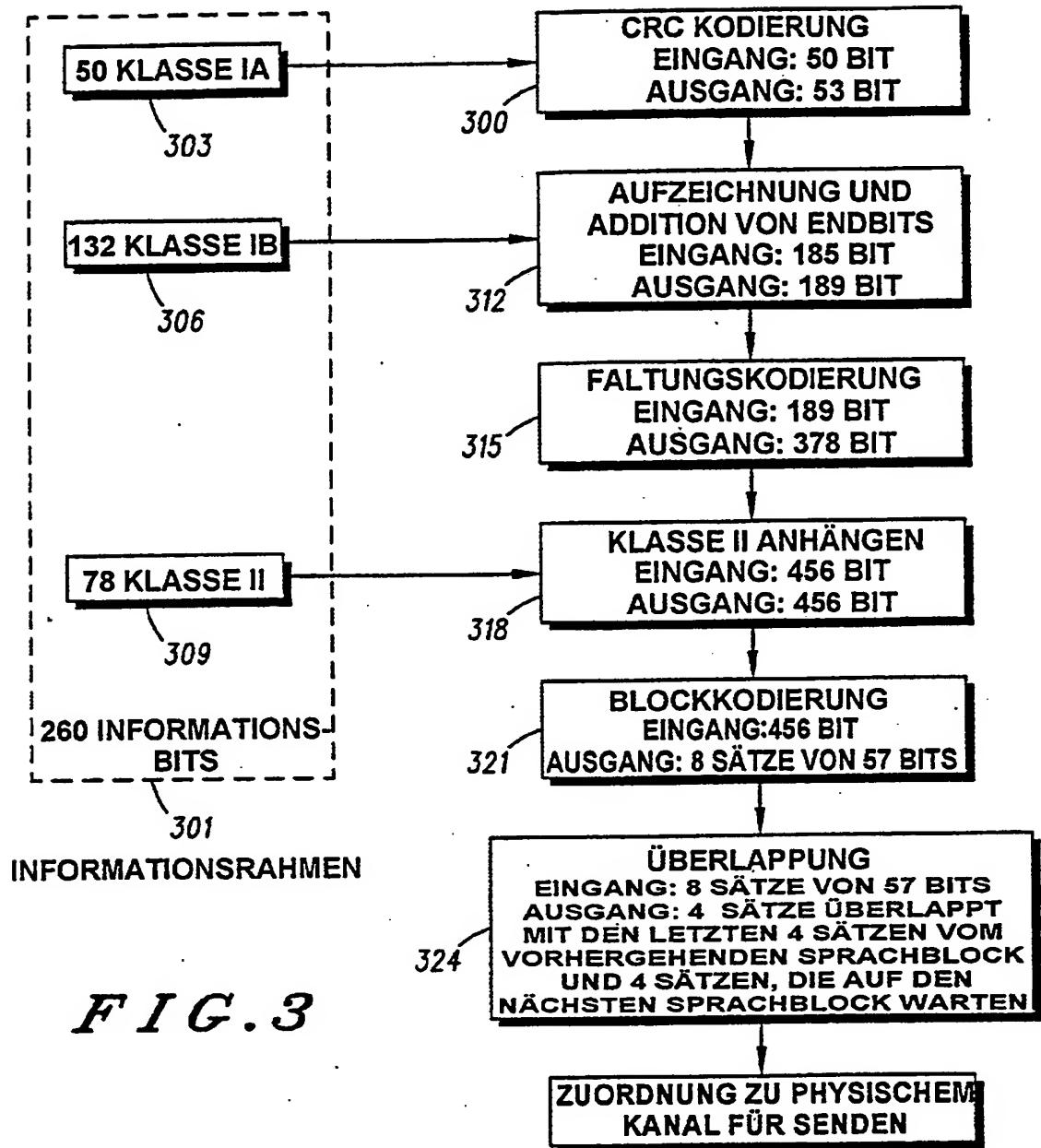


FIG. 3

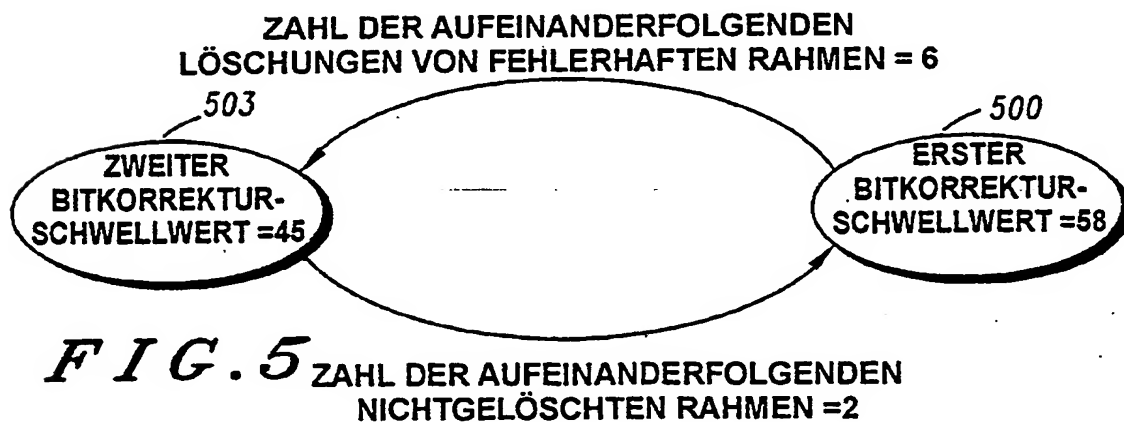


FIG. 5

